

skog+
landskap

Forskning fra Skog og landskap 7/09

OVERVÅKINGSPROGRAM FOR SKOGSKADER. ÅRSRAPPORT 2008

Norwegian monitoring programme for
forest damage. Annual report 2008

Kjell Andreassen, Volkmar Timmermann,
Nicholas Clarke, Halvor Solheim, Ingvald Røsberg
og Wenche Aas

Forskning fra Skog og landskap

«Forskning fra Skog og landskap» er en serie for publisering av originale vitenskapelige resultater innenfor Skog og landskaps faglige områder. Serien er åpen for relevante manuskripter, også fra forfattere som ikke er ansatt ved Norsk institutt for skog og landskap

Utgiver:

Norsk institutt for skog og landskap

Redaktør:

Bjørn Langerud

Dato:

Oktober 2009

Trykk:

07 Gruppen AS

Opplag:

1000

Bestilling:

Norsk institutt for skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås

Telefon: 64 94 80 00

Telefaks: 64 94 80 01

www.skogoglandskap.no

ISBN 978-82-311-0098-0

ISSN 1890-1662

Omslagsbilde:

Nedbør samles inn både på åpen flate (hvite beholdere på bildet) og inne i skogen («kronedrypp») på observasjonsflaten for å analysere det kjemiske innholdet i nedbøren.

I forgrunnen står en LAI-referansemåler (LAI = leaf area index = bladareal) som måler lysintensiteten på en åpen referanseflate.

Inne i skogen måles lysgjennomtrengingen gjennom trekronene med en annen LAI-måler som et uttrykk for blad eller nålemengde.

Foto: Volkmar Timmermann.

Forskning fra Skog og landskap - 7/09

OVERVÅKINGSPROGRAM FOR SKOGSKADER ÅRSRAPPORT 2008

Norwegian monitoring programme for forest damage
Annual report 2008

Kjell Andreassen*, Volkmar Timmermann*, Nicholas Clarke*,
Halvor Solheim*, Ingvald Røsberg* og Wenche Aas#

* Norsk institutt for skog og landskap

Norsk institutt for luftforskning, NILU

INNHold

Sammendrag	3
Summary	4
1. Innledning	5
2. Materiale og metoder	6
3. Resultater	8
3.1 Trærnes kronetilstand	8
3.2 Spesielle skader i 2008	10
3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger	11
3.4 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog	13
3.5 Vegetasjon	13
4. Diskusjon	14
Etterord	15
Litteratur	16

SAMMENDRAG

Andreassen, K., Timmermann, V., Clarke, N., Solheim, H. & Aas, W. 2009. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2008. *Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2008*. Forskning fra Skog og landskap. 07/09: 1-17.

Året 2008 var et stort skadeår for lauvtrær, der 21,5 % av bjørketrærne var angrepet og skadet av insekter. Fjellbjørkemåleren sto alene for 17,6 %. Heggspinnmøll fortsatte sine herjinger på Østlandet og i Trøndelag der de angrepne trærne ble innhyllet i et hvitt spøkelsesaktig spinn. Askeskuddsoppen, *Chalara fraxinea*, ble for første gang påvist i Norge. Den hadde spredd seg med rekordfart og ble funnet over store deler av Sørlandet og Østlandet hvor ask finnes. Mattilsynet forbød derfor i en forskrift i 2008 flytting av planter, formeringsmateriale og trevirke av ask ut av denne sonen for å hindre spredning av askeskuddsopp til Vestlandet og Trøndelag.

Helsetilstanden hos bartrær må betegnes som tilfredsstillende, men hos gran ble det observert en del toppskranting og avdøying i hogstklasse 3 og 4. Hos furu var det derimot færre insektangrep sammenlignet med året før, og bare 0,6 % av furutrærne var angrepet av furubarveps. Antall nye toppbrekk, vindfall og andre snø- og vindrelaterte skader var omtrent på samme nivå som gjennomsnittet i overvåkingsperioden.

Kronetettheten utviklet seg positivt på de landsrepresentative flatene for treslagene gran, furu og bjørk i 2008. Kronefargen utviklet seg negativt for gran med 3 % færre trær med frisk kronefarge i 2008. For bjørk ble det derimot registrert 14 % flere trær med frisk grønn farge i Norge, mens kronefargen hos furu var omtrent uforandret sammenlignet med fjoråret. Det er de eldste trærne som er mest utsatt for misfarging. Helsetilstanden til trær, registrert ved kronetetthet, misfarging og avdøying, påvirkes i stor grad direkte av klimatiske forhold som tørke, frost og vind, eller indirekte ved at klima påvirker omfanget av soppsykdommer og insektangrep. Langtransporterte luftforurensninger kan komme i tillegg til eller virke sammen med klimatiske forhold.

Avdøyingen hos gran og furu var ca 0,2 % på de landsrepresentative flatene. Hos bjørk derimot ble avdøyingen bortimot fordoblet fra fjoråret og var nå på 1,5 % i 2008. Dette har sannsynligvis sammenheng med de store insektskadene hos bjørk i 2007 og 2008. Det er de eldste trærne som er mest utsatt og har høyest dødelighet, en avdøying som må betraktes som normal.

Nøkkelord: Skogens helsetilstand, overvåking, skogskader

SUMMARY

Andreassen, K., Timmermann, V., Clarke, N., Solheim, H. & Aas, W. 2009. Overvåkingsprogram for skogsskader. Årsrapport 2008. *Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2008*. Forskning fra Skog og landskap.07/09: 1-17.

Year 2008 showed heavy damages for broadleaves with 21.5 % of birch trees attacked by insects of which 17.6 % were attacked by the autumnal moth (*Epirrita autumnata*). The bird-cherry Ermine continued the attacks in eastern and central Norway (Trøndelag). *Chalara fraxinea*, causing ash dieback was isolated from diseased ash trees in southern and eastern Norway. The disease had not been found in Norway before so the Norwegian Food Safety Authority prohibited moving young ash plants and wood from ash from the south-eastern region to prevent ash dieback spreading to western and central Norway. The health is satisfactory for Norway spruce, but some top decline and dead trees were observed in young and intermediate stands (age class 3 and 4). The insect attacks on Scots pine were smaller in 2008 compared with the previous year; only 0.6 % of the pine trees were attacked by the pine sawfly (*Neodiprion sertifer*). The amount of recent top breakage, windfall, and other wind and snow related damage were at about the same level as throughout the entire forest monitoring period.

The crown density increased for Norway spruce, Scots pine and birch at the Level 1 plots during 2008. The crown colour development was negative for Norway spruce, with 3 % less healthy green coloured crowns in 2008. In birch forests, 14 % more healthy green coloured crowns were observed in 2008, while discolouration in Scots pine remained unchanged compared to 2007. Discolouration is most frequently observed among the oldest trees. Forest health, monitored as crown density, discolouration and mortality, is affected by climatic conditions such as drought, frost and wind, either directly or indirectly through their effect on fungal and insect attacks. Long-range transboundary air pollution might also affect forest condition, either alone or in combination with climatic conditions.

The overall mortality was 0.2 % in Norway spruce and Scots pine forest on the national representative plots. Birch mortality was 1.5 %. This is probably due to the heavy insect attacks on birch in 2007 and 2008. The oldest trees had the highest mortality rate; however, this mortality is considered as normal.

Key words: Forest health, monitoring, forest damage

1. INNLEDNING

I begynnelsen av 1980-tallet var det utbredt bekymring for skader av langtransporterte luftforurensninger på skog. Dahl & Skre (1971) hadde framsatt en hypotese om at tilveksten i på følsomme voksesteder i norsk skog ville bli redusert med 1,5 prosent på grunn av sur nedbørs utvasking av kalsium fra jordsmonnet. Rundt 1980 fikk rapporter om «Skogdøden», eller de «nye skogskadene» i Mellom-Europa, mye oppmerksomhet. Det ble hevdet at disse skadene var utbredt og akselererende. De ble beskrevet som en rekke nye symptomer som ikke kunne henføres til noen bestemt årsak, men måtte oppfattes som en sykdom i skogøkosystemet forårsaket av luftforurensninger. I motsetning til denne oppfatningen hadde det norske SNSF-programmet (Sur nedbørs virkning på skog og fisk) vist at skader på skog i Norge forårsaket av sur nedbør var lite sannsynlig, men at man ikke kunne utelukke langtidseffekter, som magnesiummangel på grunn av jordforsuring (Abrahamsen et al. 1993).

I begynnelsen av 1980-tallet satte de fleste europeiske land i gang skogskadeovervåking for å få en oversikt over skadene og følge utviklingen over tid. Arbeidet ble underlagt FN's konvensjon om langtransporterte, grenseoverskridende luftforurensninger, og ble organisert i programmet ICP Forests (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on

Forests). I Norge er det Overvåkingsprogram for skogskader (OPS) som på oppdrag av myndighetene utfører skogovervåkingen, som del av det internasjonale samarbeidet i ICP Forests. OPS ble etablert i 1984/1985 og kom i drift med egne observasjoner fra 1986. Formålet til OPS er å klarlegge skadeomfanget på norsk skog, vise utviklingstendenser over tid og vurdere i hvilken grad langtransporterte luftforurensninger fører til skogskader i Norge. Norsk institutt for skog og landskap koordinerer og leder arbeidet med skogovervåkingen på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet og Statens forurensningstilsyn (SFT). I tillegg deltar Norsk institutt for luftforskning (NILU). Metodene for observasjoner og målinger er koordinert av det europeiske programmet, og registreringsmetodikken er dermed den samme over hele Europa (Tabell1).

Det er to aktuelle hovedhypoteser for hvordan skog i Norge kan skades av langtransporterte luftforurensninger:

- direkte skader av ozon eller svoveldioksid i luft
- indirekte ved magnesiummangel som følge av jordforsuring

Formålet med denne rapporten er å gi en samlet fremstilling av resultatene fra OPS til og med 2008. For mer detaljert informasjon vises det til rapporter fra de utøvende institutter (Andreassen et al 2009, Timmermann et al 2009, Aas et al 2009).

Tabell 1. Observasjoner innen OPS i 2008 jevnført med internasjonale anbefalinger

Flatetype	Landsrepresentative flater – Level I (1720 flater)	Intensive flater – Level II (8 flater)	ICP Forests
Flatestørrelse	250 m ²	2500 m ²	Level I har fire klustre av 4 trær i et 16x16 km nett. Level II: min 2500 m ² i homogen skog.
Kronetilstand	Alle flater, vurdert én gang årlig	Alle flater, vurdert én gang årlig	Alle flater, vurdert én gang årlig
Tilvekst	Alle flater, målt hvert femte år	Alle flater, målt hvert femte år	Alle Level II flater. Ikke med på Level I
Jordkjemi	Alle flater, én gang	Alle flater, minst én gang	Alle flater
Barnålkjemi	45 flater, én gang	Alle flater, annet hvert år	Alle flater på Level II annet hvert år
Nedbør i skog	*	Alle flater, kontinuerlig.	Noen flater (****), kontinuerlig
Jordvann i skog	*	Alle flater, kontinuerlig i vekstsesongen	Noen flater, kontinuerlig
Vegetasjon	*	Alle flater, hvert femte år	Alle flater, hvert femte år
Strøfall	*	15års tidsserie. Avsluttet i 2002	Noen flater, valgfri
Meteorologi **	*	**	Noen flater, kontinuerlig
Luftkjemi	*	***	Noen flater, kontinuerlig
Fenologi **	*	**	Noen flater, valgfritt

* kun Level II

** kun delvis på én flate i Norge

*** Norge måler luftkjemi i SFT's «sur nedbør program» (NILU).

**** Med noen flater menes omtrent 10 % av totalt antall Level II flater i hvert land

2. MATERIALE OG METODER

Overvåkingen i OPS omfatter registreringer på to sett av overvåkingsflater i skog (Fig. 1), samt at OPS inngår i den nasjonale overvåkingen av tilførsler av langtransporterte luftforurensninger. Metodene i skogovervåkingen har fulgt de europeiske anbefalingene som er nedfelt i ICP Forests manualen (UNECE/EC 2008a). Luftforurensningsprogrammet følger EMEP-manualen (EMEP 2001). Enighet om og bruk av felles metoder er grunnleggende for internasjonal overvåking, og helt essensielt for å kunne tolke resultatene i internasjonal sammenheng.

Grunnleggende registrering på alle overvåkingsflater som inngår i programmet, og som er obligatorisk for å delta i det europeiske programmet (ICP

Forests), er observasjoner av trærnes kronetilstand ved visuell kronebedømmelse, det vil si registrering av kronetetthet, kronefarge, skader og andre parametre.

Antall flater i Norge som observasjonene har vært utført på, har variert. I de senere år har både antall landsrepresentative og intensive flater blitt redusert. I tillegg er prøvetakingshyppigheten redusert, og det utføres færre observasjoner pr. flate. Skogovervåkingen på det regionale flatesettet ble innstilt i 2008.

Landsrepresentative flater (LF, Level 1) er et landsdekkende flatesett og inngår i den europeiske overvåkingen, ICP Forests Level I-flater (Timmermann et al. 2009). LF driftes av Norsk institutt for skog og

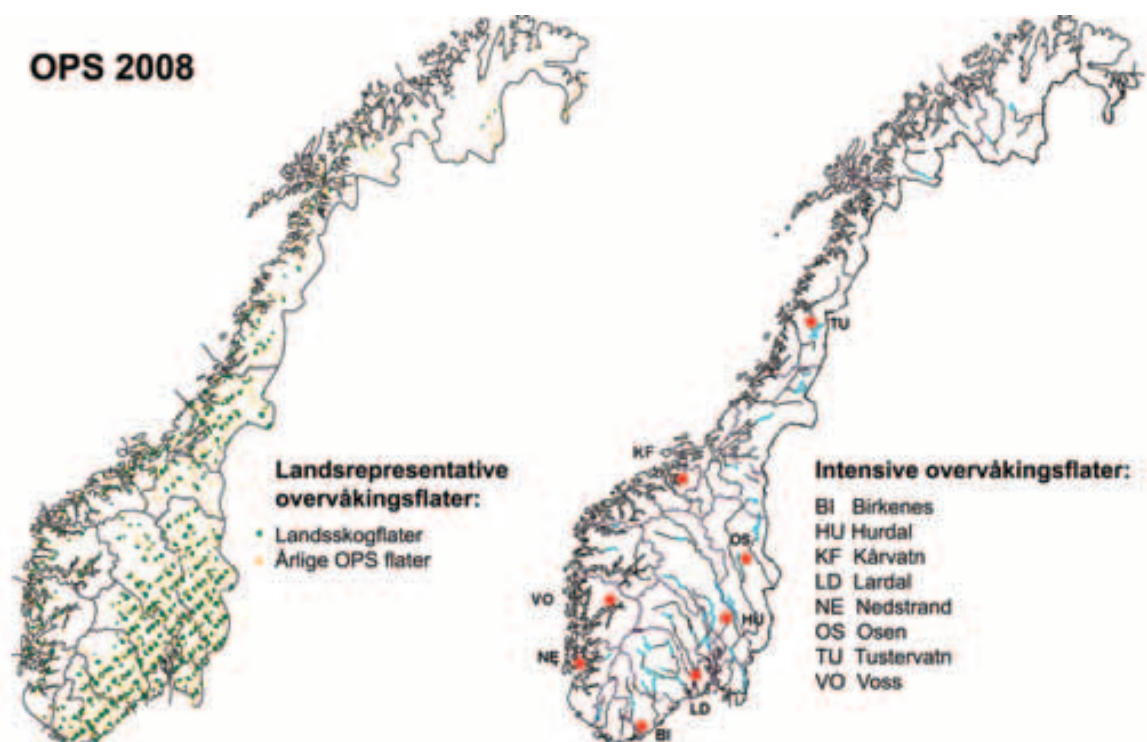
landskap. Fra 1989 til 2000 ble årlige kronetilstandsregistreringer utført for alle gran- og furutrær som stod på flater i et 9x9 km rutenett i hele landets skogareal. Overvåkingen av bjørk foregikk på flater i et 18x18 km nett fra 1992 til 2001. Fra 2001 har den nasjonale overvåkingen av gran- og furuskog bestått av detaljerte kroneregistreringer for alle trær på et utvalg av flatene i 9x9 km nettet. I 2002 ble også bjørkeskogen innlemmet i dette registreringsopplegget. I tillegg kommer registreringer av krone tetthet og kronefarge på gran og furu i Landsskogtakseringens flatenett (3x3 km) med femårige omdrev. Utvalget av flater er slik at tidsserier kan presenteres, og gjør det derfor mulig å sammenligne resultater over tid. Flatene har en fast størrelse på 250 m². Tilvekst registreres periodisk. Antall flater og trær som oppsøkes varierer noe fra år til år. I 2008 ble 1720 flater med totalt 9504 trær oppsøkt. Kronetilstandsregistreringer ble utført på alle levende trær på flatene som tilfredsstilte kravene til overvåkingstrær; i alt 4242 gran-, 2914 furu- og 2244 bjørketrær.

Intensive flater (IF, Level 2), driftes av Skog og landskap, og inngår i den europeiske overvåkingen, ICP Forests Level 2-flater (Andreassen et al. 2009). Den intensive overvåkingen skjer på fast definerte flater på ca 2500 kvadratmeter, i homogen skog. Flatene ble etablert i nesten alle fylker i perioden 1986–1989. I 2008 var åtte av opprinnelig 17 intensivt overvåkede flater i drift. På disse flatene inngår et

større registrerings- og måleprogram enn på de andre overvåkingsflatene. Disse dataene er også viktige i det internasjonale samarbeidet der data fra Level II flatene gir grunnlag for vurderinger av skog-økosystemet på europeisk nivå. Kronevurdering og jordanalyser er obligatorisk. I tillegg utføres analyser av kjemisk innhold i luft, nedbør, jordvann og barnåler, samt av skogsvegetasjonen. Enkelte registreringer utføres årlig eller med flere års mellomrom, mens noen målinger foretas kontinuerlig eller med bare en til to ukers mellomrom (Tabell 1). Når disse målingene vurderes sammen, kan vi identifisere mulige effekter av luftforurensninger. Målinger og observasjoner av strøfall, fenologi og meteorologi inngår også i det europeiske programmet, men for tiden ikke i OPS.

Målinger av forurensningsutvikling i luft og nedbør, atmosfæriske tilførsler, utføres av Norsk institutt for luftforskning (NILU) på seks stasjoner i Norge (Aas et al. 2009). OPS inngår i dette programmet, og mange av stasjonene ligger i nærheten av de intensive overvåkingsflatene.

Nærmere beskrivelse av det norske skogovervåkingsprogrammet og de metoder som benyttes finnes i Aamlid et al. (1991), Horntvedt et al. (1992) og Venn et al. (1993, 1995), samt på programmets internettsider: <http://www.skogoglandskap.no/temaer/ops>



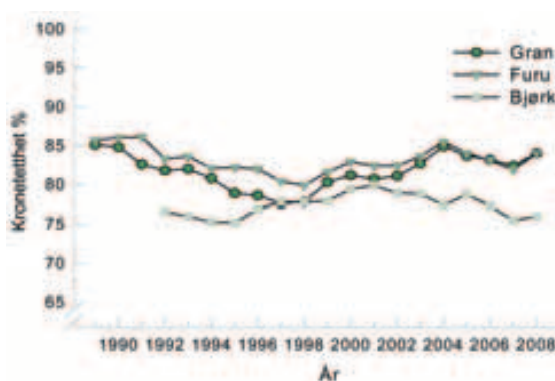
Figur 1. De to settene av overvåkingsflater i 2008; landsrepresentative flater til venstre og intensive flater til høyre

3. RESULTATER

3.1 Trærnes kronetilstand

Resultatene fra skogovervåkingen i Norge i 2008 viser at skogens helsetilstand, landet sett under ett, er stabil. Det var en økning i kronetetthet for både gran, furu og bjørk. For enkelte lauvtrearter er det likevel observert noe dårligere helsetilstand, se kapittel 3.2 om spesielle skader.

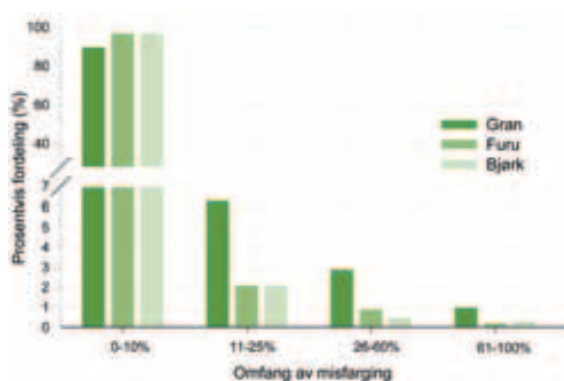
I den landsrepresentative overvåkingen (Timmermann et al 2009) ble gjennomsnittlig kronetetthet registrert til 84 % for både gran og furu, mens hos bjørk var kronetettheten 76 % i 2008 (Fig. 2). For gran og furu representerte dette en økning på henholdsvis 1,6 og 2,1 %, og for bjørk på 0,5 % sammenlignet med kronetettheten i 2007. Fra 1989 til 1997/98 var det en årlig nedgang i kronetettheten for gran og furu, mens det i perioden 1998 til 2004 har vært en økning. Fra 2004 til 2007 avtok kronetettheten igjen, før den i 2008 økte kraftig hos både gran og furu. Utviklingen har vært omtrent likt for disse to treslagene over hele overvåkingsperioden. Begge hadde lavest kronetetthet i 1997/98. Siden da har kronetettheten hos gran økt med 6,4 %-poeng og hos furu med 4,1 %-poeng. Hos bjørk har kronetettheten hatt en positiv utvikling i perioden 1994 til 2001, mens den etter dette har hatt en synkende tendens. Til tross for økningen fra 2007 til 2008, har bjørk fortsatt lav gjennomsnittlig kronetetthet.



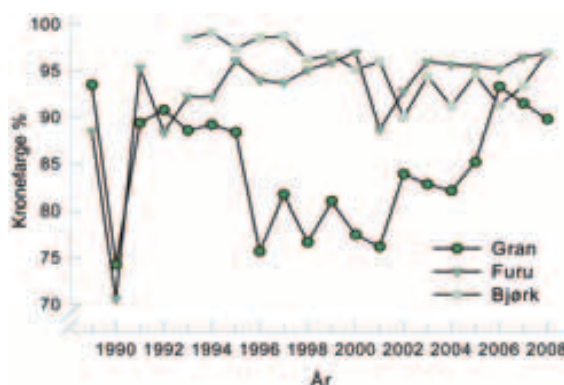
Figur 2. Utvikling av gjennomsnittlig kronetetthet for gran, furu og bjørk fram til 2008 på de landsrepresentative flatene.

Andelen trær med fulltette kroner var for gran 54,1 %, furu 37 % og for bjørk 22,8 %. Dette representerer en økning for gran på 3,9 %, for furu på 5,4 % og for bjørk på 0,5 % sammenlignet med resultatene for 2007.

Andelen grantrær med normal, grønn kronefarge (prosentandel trær med 90 % grønne barnåler) gikk ned noe fra 2007, og var på 90 % i 2008 (Fig. 3 og 4). Dette er likevel en av de høyeste andelenene som er registrert under hele overvåkingsperioden. Utviklingen av kronefarge over tid viser at for gran har andelen trær med normal kronefarge økt kraftig siden 1996 på de landsrepresentative flatene. Det er som tidligere hovedsakelig eldre grantrær som er mest misfarget. Hos furu var andelen trær med normal grønn farge som året før, 97 %. For bjørk var det en økning i andelen trær med normal grønn kronefarge til 97 %. Økningen var omtrent lik for trærne over 60 år og de under 60 år.



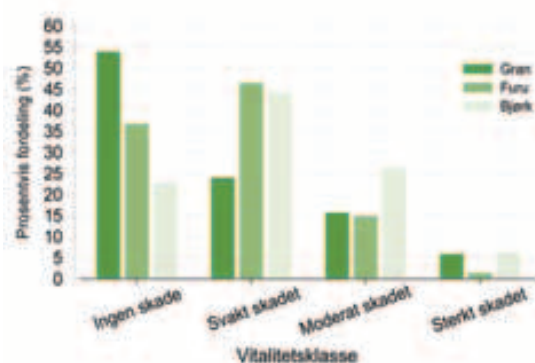
Figur 3. Omfang av kronemisfarging for gran, furu og bjørk på de landsrepresentative flatene i 2008.



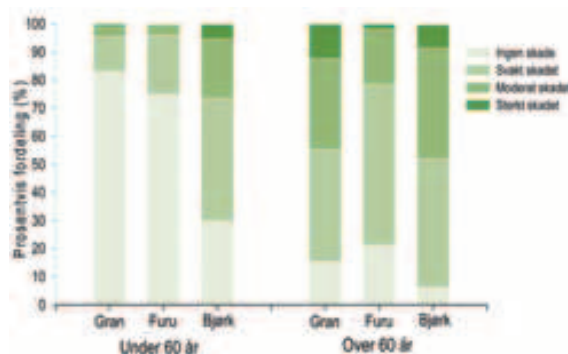
Figur 4. Utvikling av kronefarge for gran, furu og bjørk fram til 2008 på de landsrepresentative flatene. Prosentandel normalt grønne trær (0-10 % misfarging).

For vitalitetsklasser, som er en kombinasjon av kronetetthet og kronefarge, ble det hos bartrærne registrert en økning i andelen trær uten kroneskader, mens andelen skadete trær minket. I 2008 hadde 54 % av grantrærne «ingen skade» (Fig. 5), en økning på 3,9 % i forhold til i 2007, mens 6 %

falt i klassen «sterkt skadet». Det var stort sett grantrær eldre enn 60 år i denne klassen (Fig. 6). For furu var 36,9 % av trærne «ikke skadet», en økning på 5,3 %, og bare 1,5 % «sterkt skadet». Hos bjørk hadde 22,8 % av trærne «ingen skade» i 2008, mens 6,4 % var «sterkt skadet». Her var det små endringer i forhold til 2007. Andelen yngre bjørketrær (under 60 år) i klassen «ingen skade» lå i 2008 fortsatt under 30 %. Hos de eldre bjørketrærne (over 60 år) var kun 6,2 % i klassen «ingen skade». Bjørk har dermed fortsatt en vesentlig høyere grad av skader i form av misfarging og utglisning i krona enn gran og furu.



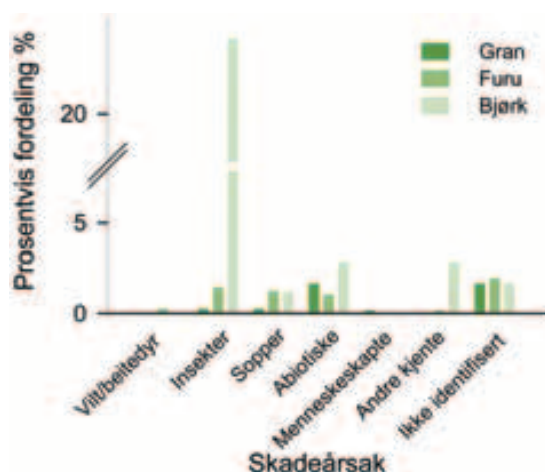
Figur 5. Fordeling av andelen gran-, furu- og bjørketrær på vitalitetsklassene.



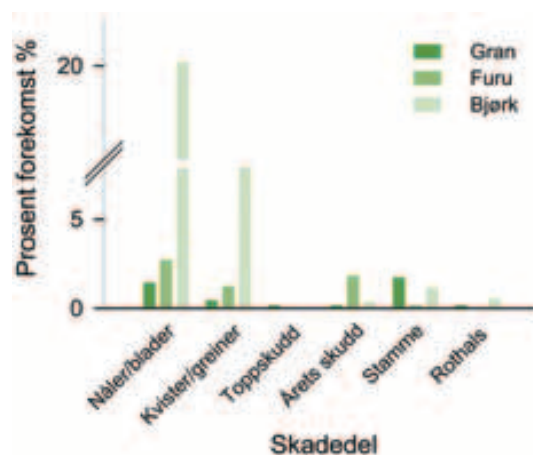
Figur 6. Fordeling av vitalitetsklasser på gran, furu og bjørk, yngre og eldre enn 60 år.

Det ble registrert få skader på gran og furu i 2008. Av de undersøkte grantrærne var 0,6 % angrepet av sopp eller insekter, mens 1,7 % hadde abiotiske skader (vind, snø, tørke, frost m.m.) (Figur 5). Av furutrærne var 1,3 % skadet av sopp og 1,5 % av insekter (først og fremst av furubarveps), mens 1,1 % hadde abiotiske skader. Det var først og fremst nåler (1,5 %) og stammen (1,8 %) hos grantrærne som hadde skader, og nåler (2,8 %) og årets

skudd (1,9 %) hos furu (Figur 6). Hos bjørk var 17,6 % av trærne skadet av målere og 3,9 % av andre insekter, men bare 1,2 % av bjørkerustsopp eller andre sopper. Abiotiske skader ble registrert hos 2,9 % av de undersøkte bjørketrærne. Totalt 20 % av bladene hos bjørk var skadet og 8 % av greinene/kvistene, særlig småkvistene. Dødeligheten var lav for gran og furu (hhv 0,2 og 0,1 %), mens den nesten fordoblet seg for bjørk fra 0,9 % i 2007 til 1,5 % i 2008. Samlet for alle treslagene var dødeligheten 0,6 % i 2008.



Figur 7. Prosentvis fordeling av skadeårsaker i 2008.



Figur 8. Deler av trærne som hadde flest skader i 2008.

På de intensive flatene (Andreassen et al. 2009) var det en signifikant økning på 0,7 % i gjennomsnittlig kronetetthet for gran fra 2007 til 2008 til 80,9 % (Tabell 2). Alle fflatevise endringer i kronetetthet for gran fra 2007 til 2008, med unntak av Nedstrand, var signifikante. Voss hadde den største oppgangen i kronetetthet fra året før med 3,3 %, mens Lardal

hadde den største nedgangen (-2,3 %). Det var flatene i Nedstrand og Osen som hadde høyest kronetetthet i 2008 (hhv. 85,6 og 85,3 %), mens Tustervatn og Voss hadde lavest (hhv. 73,9 og 77,5 %), som i tidligere år. Forskjellen mellom flata med høyest kronetetthet (Nedstrand) og den med lavest (Tustervatn) var omtrent uendret på ca 12 %. Det er ingen tydelige trender for utviklingen av kronetetthet over tid for noen av flatene, og gjennomsnittet har vært stabilt på rundt 80 % siden 2005 etter til dels store svingninger i kronetettheten i årene før dette. Kronetetthet hos furu i 2008 økte i Osen, mens den minsket i Kårvatn. Kronetettheten på de to furuflatene har vært relativt stabil siden 1998. Blant furutrærne på Osen-flata har den holdt seg mellom 85 og 90 %, og i Kårvatn mellom 80 og 85 %.

Andelen grantrær med normal grønn kronefarge minsket signifikant med 3 % i gjennomsnitt for alle

flatene fra 2007 til 2008 (Tabell 2). Andelen misfargete grantrær økte fra 2007 til 2008 på flere flater, men kun endringen for Osen-flata var signifikant. Med unntak av Hurdal, som hadde mest misfarging av alle flater, ble nesten alle grantrærne bedømt som friskt grønne (maks. 10 % misfarging) i 2008. Siden 1999 har andelen normalt grønne grantrær på de intensive overvåkingsflatene generelt vært høy, over eller rundt 90 %, mens 1990-tallet var preget av store variasjoner i kronefarge og generelt mye misfarging, sannsynligvis relatert til tørkeperioder som forekom hyppig i 1990-åra. Det var ingen misfarging på furutrærne i Osen, og bare 5 % i Kårvatn i 2008. Det har vært store svingninger i kronefarge for furu gjennom overvåkingsperioden, særlig på midten av 1990-tallet. I de aller fleste årene av overvåkingsperioden har andelen normalt grønne furutrær likevel ligget på eller nær 100 %.

Tabell 2. Kronetetthet (%) og kronefarge (%-andel grønne trær) for hovedtreslaget på Level 2 flatene i 2008 og endringer fra 2007 i parentes (*=signifikante endringer). Gjennomsnittstall (Gj.snitt) for granflatene. Antall bedømte trær pr. flate (totalantallet i parentes) og sum treantall for alle flatene.

Flate	Treslag	Kronetetthet	Kronefarge	Trær bedømt (totalt)
BI	Gran	82,1 (-1,9 *)	93 (-7)	45 (149)
NE	Gran	85,6 (0,4)	100 (0)	47 (119)
LD	Gran	80,4 (-2,3 *)	91 (-7)	55 (102)
HU	Gran	81,2 (-1,1 *)	82 (-4)	62 (74)
VO	Gran	77,5 (3,3 *)	93 (1)	61 (126)
OS	Gran	85,3 (2,2 *)	97 (-3 *)	124 (322)
OS	Furu	89,5 (1,3 *)	100 (1)	67 (69)
KF	Furu	81,6 (-2,2 *)	95 (-5)	64 (107)
TU	Gran	73,9 (1,9 *)	100 (0)	62 (121)
Gj.snitt/Sum	Gran	80,9 (0,7 *)	94 (-3 *)	587 (1189)

3.2 Spesielle skader i 2008

Denne lista er utarbeidet etter rapportene innsendt til «Skogskader på Internett» og befaringer og er et supplement til de registreringer Skog og landskap utfører for OPS.

Askeskuddsjuke. Våren 2008 ble det registrert uvanlig mye skuddavdøying på ask. Undersøkelser viste at det var mye døde partier på skuddene. På mindre trær var det mye toppdød og døde partier også på stammen. Isoleringer viste at askeskuddsoppen *Chalara fraxinea*, som har forårsaket mye askevisning i mange nord- og mellomeuropeiske land, var til stede. Soppen ble alltid isolert fra de døde partiene og antas derfor å være hovedårsak til skadene over store deler av Østlandet og Sørlandet. Sjukdommen opptrådte i planteskoler, i parker og i skogen. Den forårsaker visning av skudd og ved

kraftige angrep kan trær dø. Askeskuddsoppen er en av de største katastrofer som har rammet trær i Nord-Europa, og i Polen, Litauen og Latvia har soppen forårsaket enorme skader i skogene. Mattilsynet fastsatte derfor i september 2008 en forskrift med forbud mot å omsette og flytte planter, formeringsmateriale og trevirke av ask ut av Øst- og Sørlandet for å hindre spredning av askeskuddsopp til Vestlandet og Trøndelag.

Grantørke. Toppskranting og avdøying av gran i yngre produksjonsskog i hogstklasse 3 og 4 som ble observert mange steder på Østlandet i 2007 fortsatte i 2008. Stressede trær angripes så av blant annet barkbiller og honningsopp (*Armillaria* spp.). Tørke er trolig en viktig stressfaktor, men også andre forhold, slik som manglende skogskjøtsel kan virke inn.

Heggspinnmøll (*Yponomeuta evonymella*). For tredje året på rad var det mange spøkelsesaktige heggetrær å se med trær innhyllet i spinn, særlig på Østlandet og i Trøndelag. Insektet spinner et karakteristisk tett nett rundt heggen og spiser opp de grønne bladene. Ved sterke angrep kan heggen bli fullstendig ribbet for blader, men vanligvis skyter trærne nye blader når angrepet er over, og om høsten kan heggetrærne se helt friske ut igjen. På denne måten overlever heggen som regel, men ved kraftige angrep flere år på rad kan trærne dø. Det er foreløpig ikke rapportert om avdøying av hegg grunnnet flerårige angrep av heggspinnmøll.

Målere. I 2008 var det en del angrep av målere på bjørkeblad både i Nord-Norge og i fjellstrøk i Sør-Norge. Fjellbjørkemåleren (*Epirrita autumnata*) var den vanligste, men både liten (*Operophtera brumata*) og stor høstmåler (*Operophtera fagata*) kan lokalt være dominerende.



Figur 9 Sterkt angrep av askeskuddsjuke på et mindre aske-tre. Typiske symptomer med skuddavdøying og en mindre nekrose på hovedstammen. Foto: Halvor Solheim

3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger

I 2008 ble svovel og nitrogenforbindelser i luft målt på seks stasjoner, hvorav fire er tilknyttet OPS flater. Innholdet av kalium, natrium, kalsium, magnesium og klorid i luft ble i tillegg også bestemt (Figur 10). Prøver ble tatt døgnetlig eller ukentlig (Søgne).

Vi finner de høyeste konsentrasjonene av svoveldioksid langs kysten i Sør-Norge og i Finnmark, representert med Søgne på 0,15 og $\mu\text{g S-m}^{-3}$ og Karasjok med 0,35 $\mu\text{g S-m}^{-3}$. Stasjonen Karasjok er ikke tilknyttet OPS programmet, men er representativ for regionen. Sulfatkonsentrasjonen er høyest i Sør-Norge, men også Karasjok med relativt høye verdier da det i 2008 var flere episoder med langtransporterte forurensninger fra Russland. Månedsmiddelet av SO_2 og SO_4^{2-} var høyest i vinter og vårmånedene. De høyeste døgnmiddelverdier, årsmiddel- og prosentkonsentrasjonene av NO_2 observeres på stasjonene i Sør- og Øst-Norge. Høyeste årsmiddelverdier for «sum nitrat» hadde Søgne med 0,26. «Sum ammonium» var høyest på Tustervatn, men denne stasjonen er noe påvirket av lokal landbruksaktivitet. Årstidsvariasjonen av «sum nitrat» ($\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$) var liten de fleste steder, men de høyeste månedsmidlene observeres i februar-april. «Sum ammonium» ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) viste høyeste nivå i vår- og sommermånedene.

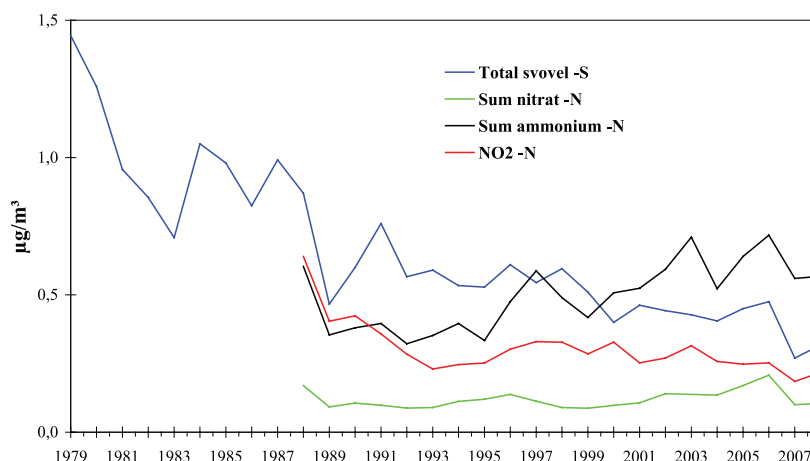
Totalavsetningen av nitrogen og svovel er summen av det som avsettes i form av nedbør (våtavsetning) og avsetningen av gasser og partikler (tørravsetning). Tørravsetningen av svovel- og nitrogenkomponenter er markert større om sommeren enn om vinteren i alle landsdelene unntatt i Finnmark. Bidraget av tørravsett svovel til den totale avsetning var 21–28 % om sommeren og 2–13 % om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Karasjok i Finnmark er det derimot motsatt med minst tørravsetning om sommeren (35 %) og mest om vinteren (44 %) grunnet høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. For nitrogenkomponenter bidrar tørravsetningen mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.

De observerte endringer i luftens innhold av svovel og nitrogenforbindelser er på linje med de rapporterte endringer av utslipp i Europa (EMEP Status Report 1/2008). Med 1980 som referanseår og frem til i dag var den gjennomsnittlige observerte reduksjonen av SO_2 konsentrasjonen i Norge mellom 85 % og 93 % og for sulfatpartikler mellom 71 % og 80 %. For nitrogenforbindelsene i luft er det derimot ingen markert tendens siden målin-

gene startet i 1986, utenom en tydelig nedgang for NO₂ på begynnelsen av 1990 tallet, Figur 10

I 2008 ble ozonkonsentrasjonen målt med UV monitor på åtte OPS flater inklusive Prestebakke. Det benyttes flere ulike kriterier for å vurdere mulige effekter av ozon på skog og vegetasjon. Norske anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av plantevekst er de samme som tålegrensene fastsatt av UN ECE (ECE 1996). Tålegrensene skal reflektere vegetasjonens vekstsesong. Vekstsesongens lengde varierer med planteslag og breddegrad, og seks-månedersperioden april-september er valgt som vekstsesong. EUs ozondirektiv fastsetter også grenseverdier for beskyttelse av plantevekst. I tillegg er det under UN ECE utarbeidet kriterier basert på akkumulert eksponering over terskelverdien 40 ppb (80 µg/m³) (Accumulated exposure over the threshold of 40 ppb, betegnes AOT40). I EUs ozondirektiv benyttes også grenseverdier for vegetasjon basert på AOT40. AOT40 beregnes som summen av differansen mellom timemiddelkonsentrasjonen og 40 ppb for hver time der ozonkonsentrasjonen overskrider 40 ppb.

Det var ingen overskridelser av grenseverdien for vegetasjon på 200 µg/m³ i 2008. Grenseverdien på 50 µg/m³ som syv-timers middel for kl. 09–16 i vekstsesongen (april-september) ble overskredet i hele landet i 2008. Middelverdien var høyest på

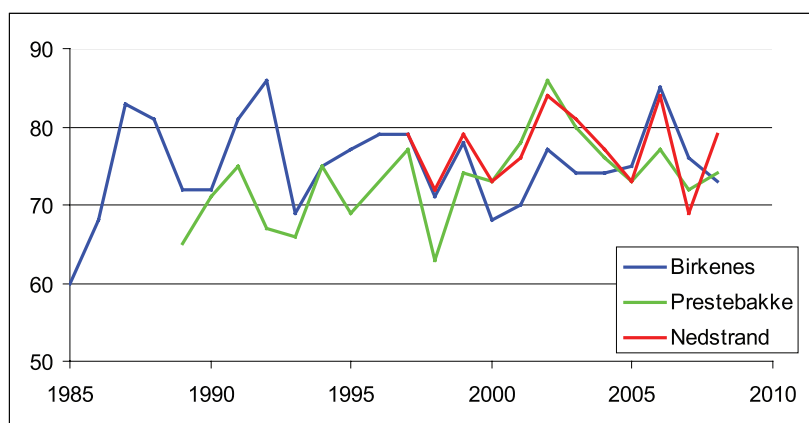


Figur 10 Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel (SO₂+SO₄²⁻), oksidert nitrogen (HNO₃+NO₃), redusert nitrogen (NH₃+NH₄⁺) og NO₂ på fire norske bakgrunnsstasjoner (Birkenes, Kårvatn, Tustervatn og Karasjok), 1979 til 2007

Sandve (79 µg/m³). Ozonkonsentrasjonene påvirkes i stor grad av meteorologiske forhold og har variert betydelig fra år til år. Figur 11 viser syv-timers middelverdien på tre stasjoner for perioden 1985–2008. Figuren viser at det er en del variasjon fra år til år, og at det ikke er noen markert endring i denne parameteren over perioden. Grenseverdien på åtte timers middel over 60 µg/m³ ble overskredet gjennom hele seks-månedersperioden april-september. Sandve hadde flest døgn med overskridelse, 172 døgn Grenseverdien på 24-timers middel over 65 µg/m³ ble også overskredet på samtlige stasjoner. Prestebakke hadde flest dager med overskridelse av denne grenseverdien.

Grenseverdien for landbruksvekster (ECE 1996), 3000 ppb-timer, ble overskredet på Prestebakke, Birkenes og Sandve. Høyest var verdien på Sandve med 4571 ppb-timer.

Grenseverdien på 10.000 ppb-timer for skog ble ikke overskredet på noen stasjoner i 2008.



Figur 11 Middelkonsentrasjon av ozon for syv timer (kl 09-16) i vekstsesongen (1. april - 1. okt.) fra 1985 til 2008

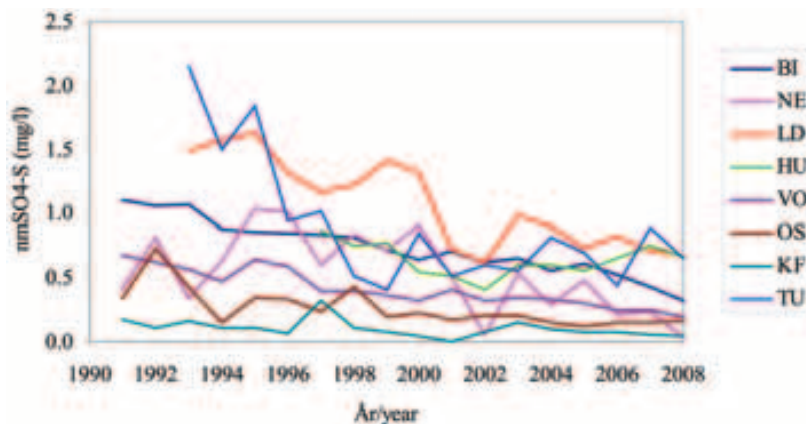
3.4 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog

Nedbør i skog. Langtidstrenden for nedbør i skog er positiv, med mindre tilførsel av forsurende stoffer. Tilførselen av forsurende stoffer til Norge er, i tillegg til utslipp og vindretning, imidlertid også avhengig av nedbørsmengde. Mye av de variasjonene vi har sett i resultatene de siste årene kan derfor tilskrives meteorologiske forhold. I frittfallende nedbør er pH fortsatt lavest på flatene sør

i landet. Dette gjelder ikke kronedrypp der det regionale mønsteret for pH er vanskelig å tyde. Konsentrasjoner og deposisjon av nitrat (NO_3), ammonium (NH_4) og antropogent (menneskeskapt) sulfat (SO_4) var høyest sør i landet i både frittfallende nedbør og i kronedrypp. Deposisjon av antropogent sulfat fortsetter å vise en generell svak nedgang, mens nedgangen i deposisjon av uorganiske nitrogenforbindelser ser ut til å ha flatet ut.

Jordvann. Jordvannet samles inn hver uke i den frost- og telefrie perioden av året. For de kjemiske analysene blir disse prøvene slått sammen slik at de representerer en fire-ukers periode. pH i jordvann var i 2008 som i andre år generelt lavest på flatene i Sør-Norge, og høyest i Nord-Norge. Om dette skyldes sur nedbør eller indikerer et naturlig surere jordsmonn sør i landet, er vanskelig å si med få intensive flater og relativt kort tidsserie.

Konsentrasjoner av ikke-marint sulfat varierte betydelig, men det er fortsatt en avtagende tendens



Figur 12 Langtidstrender i ikke-marint $\text{SO}_4\text{-S}$ i jordvann fra 15 cm-sjiktet. Koder for flate-navn i Figur 1.

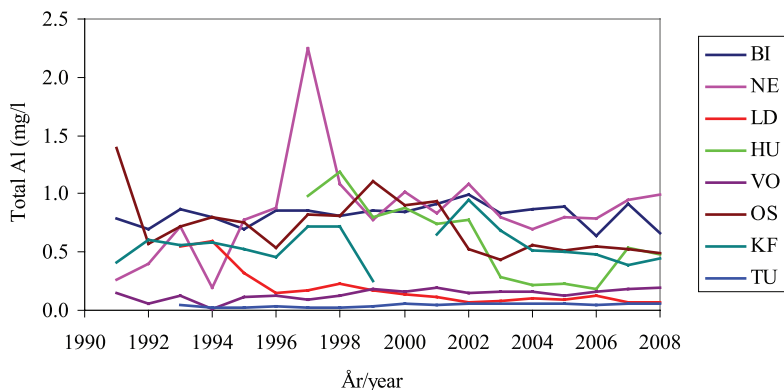
(Fig. 12). Konsentrasjoner av både totalt og labilt aluminium (et estimat på de giftige Al-forbindelsene) var i 2008 godt under hva som regnes som toksiske grenser.

Langtidstrender i aluminiumkonsentrasjoner er vist i Figur 13.

3.5 Vegetasjon

På de intensive overvåkingsflatene er vegetasjonen registrert med 5–10 års mellomrom siden etableringen i 1986 (OPS 1989). I 2008 ble frekvens og dekning av enkeltarter registret på 50 småruter à 1x1 m i Birkenes, Voss og Tustervatn. I siste overvåkingsperiode har det ikke skjedd større endringer i mengde eller frekvens av artene, sammenlignet med registreringene i 2003. I feltsjiktet er det en dominans av blåbær på alle flater, med en gjennomsnittlig dekning på 30 % i Birkenes, 34 % på

Voss og 42 % på Tustervatn. På Voss har dekningen av blåbær minnet signifikant i perioden 1992 til 2008 (fra 48 til 34 %), mens tyttebær økte i samme tidsrom på denne flata. I tillegg til blåbær preges flatene av mose- og levermoseslekter, og som er vanlig i blåbærgranskogen. Sum dekning av alle moser og levermoser viste en signifikant endring bare på Birkenes der den økte fra 51 % til 66 % i 2008. I denne summen dominerer de store skogsmosene, for eksempel etasjemose



Figur 13. Langtidstrender for konsentrasjon av totalt aluminium i jordvann fra 15 cm-sjiktet. Høye verdier på Nedstrand i 1997 skyldes høye sjøsaltkonsentrasjoner. Koder for flatenavn i Figur 1.

og gåsefotskjeggmoser. I Birkenes økte deknningen av etasjemoser og furumoser fra 1991 til 2008, mens skjeggmoser minket i samme tidsrom. Graset smyle (*Avenella flexuosa*) opptrer på alle flatene i moderate mengder (3–5 %). Etter 1998 har det vært en signifikant økning i andelen smyle i Birkenes, mens på de andre to flatene var det ingen signifikante endringer av smyle.

Vegestasjonen på flatene preges i 2008 av en dynamisk stabilitet. Mengden av noen arter endret seg signifikant i overvåkingsperioden, men som regel ikke på alle felte samtidig, og heller ikke i samme retning. Med unntak av marimjeller har ingen arter eller artsgrupper av urter endret seg signifikant fra 2003 til 2008. På noen flater har det vært betydelige endringer i deknningen av noen arter enkelte år, for så å vende tilbake til den opprinnelige dekningsprosenten. Slike årlige svingninger kan ha sammenheng med variasjoner i temperatur og nedbør i vekstsesongen, men det er også vanskelig å finne noen gradienter eller forklaring på endringen. Unntaket er graset smyle der det er observert en signifikant økning på flater med høy nitrogendeposisjon.

4. DISKUSJON

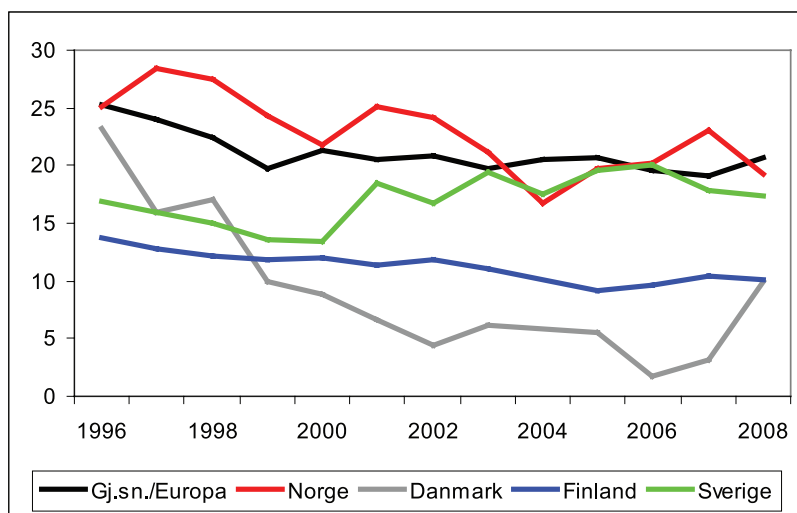
Noen lauvtrearter kan ha større eller mindre problemer, som for eksempel ask, hegg og bjørk. Askeskuddsoppen forårsaker skuddvisning og av og til mortalitet. Og dersom sykdommen brer seg til andre landsdeler enn sør- og Østlandet, eller fortsetter angrepene her, kan dette drepe mange trær. I mange land i nord Europa har sykdommen gjort store skader og drept mange trær (Kowalski 2006, Schumacher et al 2007, Thomsen et al 2007, Halmschlager & Kirisits 2008). Bjørk hadde for andre år på rad store insektskader og faktisk var hvert femte bjørketre angrepet av insekter i 2008. Hos furu derimot var det ingen store angrep av furubarveps som vi hadde i 2006, og det var få skader på gran i 2008. Omfanget av skogskader i Norge er ikke unormalt stort. I noen år har imidlertid innsekt- og soppangrep hatt stort omfang på skogstrær her i landet. Barskogen ser ut til å greie seg bra, men Norge ligger fortsatt dårligst an av de nordiske landene (Fig. 14).

Det siste året har det vært en tydelig økning i gjennomsnittelig kronetetthet for gran og furu i Norge, etter noen år med nedgang. Imidlertid har det vært regionale forskjeller i tilstand og utvikling. Trøndelag er fortsatt den regionen som har mest glissen gran i Norge, men her ser det ut til at kronetettheten har

stabilisert seg etter tusenårsskiftet. Helsetilstanden må likevel sies å være tilfredsstillende i norsk skog selv om det har vært en del regionale variasjoner og variasjoner over tid. Skogens tilstand vurdert ved kronetetthet, kronefarge, skader og mortalitet, har ikke endret seg vesentlig gjennom overvåkingsperioden. Kronebedømmelse er imidlertid subjektiv og gir en del usikkerhet. Basert på analyser av kontrollregistreringer av observasjoner synes metoden likevel å gi en god beskrivelse av trærnes kronetilstand og utvikling over tid (Solberg 1999). En nedgang i kronetetthet og mye misfarging for gran, som ble påvist i Agderfylkene og i Hedmark/Oppland i 2005–2007, ble også observert på Sør- og Østlandet i perioden 1989–97. En sannsynlig årsak til lav kronetetthet og mye misfarging på nittitallet var tørkesomrene i disse områdene i 1989, 1991, 1992, 1994 og til dels i 1997. Disse somrene ble etterfulgt av en iøynefallende misfarging og påfølgende avdøying av barnåler, konsentrert over relativt kort tid i september og oktober. Dette er kjente symptomer på langvarig tørkestress, og kan forklare mye av den forbigående gulfargen og nedgangen i kronetetthet i perioden 1989–97 (Solberg 2004). Avdøyingen var også gjennomgående høyere på Sør- og Østlandet i denne perioden. At tørke er en stressfaktor i denne landsdelen viser også den sterke sammenhengen mellom tørkestress i juni og redusert tilvekst (Andreassen et al. 2006).

Årsakene til lav kronetetthet i Trøndelag kan være gjentatte angrep av granrustsopp, mye gammel skog, og mye skog på voksesteder nær kysten og nær skoggrensa, som dermed er utsatt for sterke klimatiske påkjenninger. I løpet av de siste årene har kronetilstanden for furu i Europa endret seg noe i positiv retning, mens det for gran ikke har vært noen spesiell trend (UNECE/EC 2008b). Utviklingen i den norske skogtilstanden tilsvarer derfor den utviklingen som har funnet sted i europeiske land. Norge kan sammenlignes med (Fig. 14). Den europeiske rapporten fra ICP Forests (UNECE/EC 2008b) peker på flere mulige årsaker til forbedringen som er observert. Det legges spesielt vekt på de innvirkninger ulike værforhold har på skog.

Klimatiske forhold har betydelig innvirkning på de vannkjemiske forholdene i skogøkosystemet. Særlig er høye konsentrasjoner av aluminium i stor grad et resultat av sjøsalttilførsler gjennom *ionebytteprosesser* (Lange et al. 2006). Tilførsel av langtransportert svovel med nedbør har avtatt mye siden midten av 1970-tallet, og målinger viser mer enn halvering av svovelforbindelser (SO_2 og SO_4^{2-}) siden midten av 1980 årene. Sulfatkonsentrasjonen i jordvannet



Figur 14 Andel bartrær med kroneskader (mer enn 25 % utglisning) i Norge, Danmark, Sverige, Finland og i sammenlignbare land i Nord og Mellom-Europa. (UNECE/EC 2008b og data fra www.icp-forests.org)

har avtatt tilsvarende. Årsakene til variasjonene i skogens vitalitet er usikre, men resultatene av overvåkingen så langt, sammenholdt med registreringer av skogskader, tyder på at skogskadebildet i stor grad er styrt av værforholdene og skadegjørere i regionale mønstre som endrer seg noe fra år til år. Klimatiske forhold kan gi skader direkte, eller de kan legge grunnlag for sopp- og insektangrep. De store angrepene på bjørk og furu vi har hatt de siste årene av bjørkemåler (*Epirrita autumnata*) og furubarveps (*Neodiprion sertifer*) kan være initiert av klimatiske forhold enten direkte ved oppformering av insektene eller indirekte ved en gradvis svekkelse av trærnes motstandskraft (Krokene 2007, Solberg & Dalen 2007). Soppene granrust (*Chrysomyxa abietis*), furuas knopp- og greintørke (*Gremmeniella abietina*) og bjørkerust (*Melampsorium betulinum*) har hatt omfattende angrep de siste årene, og disse angrepene er i stor grad klimatisk styrt (Solheim 2001, 2002, Solheim & Skrøppa 2005). En del av forklaringen er at fuktig vær, slik vi har hatt mye av i Sør-Norge de siste årene, legger til rette for sporespredning og -etablering. Enkelte skadetyper er av kronisk art, og kan forklare vedvarende misfarging og kroneutglisning. I mellom-Europa ble det funnet en sterk sammenheng mellom angrep av rotkjuke (*Heterobasidion*) og kronetetthet og kronefarge (Schmid-Haas 2002). Rotkjuke er svært vanlig i norske granskoger. Huse et al. (1994) undersøkte råteforekomsten i granskog og fant at rundt 20 % av grantrærne var angrepet av rotkjuke. Det geografiske mønsteret i skogens kronetetthet, omfang av misfarging og variasjonene over tid, samsvarer ikke med mønsteret en skulle

forvente å finne ved skader av langtransporterte luftforurensninger i Norge. Her i landet har det geografisk mønster av luftforurensninger i hovedsak vist størst tilførsler lengst sør.

Denne avtakende tilførselen (deposisjon) mot nord er tydeligst for sur nedbør som for eksempel forurensninger oppløst i nedbør, ikke-marint sulfat, uorganiske nitrogenforbindelser og syre (H^+). I tillegg til mest forurensning sør i landet er det også en forventning om at skadelige effekter først kommer i sør med lavere tålegrense for skogsjord siden jorddekket her er tynt og i stor grad består av mineraler som forvi-

trer seint (Abrahamsen et al 1994). Det er i OPS ikke funnet tegn på at langtransporterte luftforurensninger har ført til skader på skog (Solberg & Tørseth 1997, Solberg et al. 2002, Solberg et al 2009). Nye tålegrenseberegninger for Norge, med forbedrede estimater for forvittringshastighet, tyder også på at sur nedbør, gjennom jordforsuring, ikke vil være noen nevneverdig stressfaktor for skog, heller ikke på lang sikt (Larssen & Høgåsen 2003). Dette forklares av at forvitringen av mineralmateriale i skogsjorda er en langsiktig kilde av basekationer til jordvannet, som normalt er stort nok til å erstatte tapet av basekationer etter sur nedbør og hogst. Det er imidlertid fortsatt usikkerhet knyttet til kriterier for skader på trær, samspill mellom variasjon i klima og luftforurensning, samt at det kan finnes følsomme lokaliteter som ikke er fanget opp i dagens datasett.

ETTERORD

OPS er finansiert av Landbruks- og matdepartementet og av Miljøverndepartementet/SFT. Vi takker alle som har bidratt med sitt arbeid for å muliggjøre denne rapporten, inklusive andre forskere, teknikere og feltarbeidere ved de deltakende institusjonene, og lokale observatører og stasjonsholdere.

LITTERATUR

- Abrahamsen, G., Stuanes, A.O. & Tveite, B. 1994. (Eds.) Long-term experiments with acid rain in Norwegian forest ecosystems. *Ecological Studies* 104. 342 s.
- Andreassen, K., Clarke, N., Røsbjerg, I., Timmermann, V., Aas, W. 2009. Intensiv skogovervåking i 2008. Resultater fra ICP Forests Level 2 flater i Norge. *Intensive forest monitoring in 2008. Results from ICP Forests Level 2 plots in Norway*. Forskning fra Skog og landskap 03/09: 1–26.
- Andreassen, K., Solberg, S., Tveite, O.E. & Lystad, S.L. 2006. Regional differences in climatic responses of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) growth in Norway. *Forest Ecology and Management* 222: 211–221.
- Brække, F.H. 1994. Diagnostiske grenseverdier for næringsselementer i gran- og furunåler. Aktuelt fra skogforskningen 15/94: 1–11.
- Dahl, E. & Skre, O. 1971. En undersøkelse over virkningen av sur nedbør på produktiviteten i landbruket. p. 27–40 i: Konferens om avsvalling, Publ 1971 (1). Nordforsk, Miljøvårdsverket, Helsingfors.
- ECE (1996) Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded. Geneva, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.
- EMEP 2001 EMEP manual for sampling and chemical analysis. Revised 2001. EMEP/CCC Report 1/95. URL: <http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/index.html>.
- EMEP 2009. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2008. Norwegian Meteorological Institute, EMEP Status report 1/2009.
- EU 2002. Directive 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council of 12 February 2002 relation to ozone in ambient air. Official Journal of the European Communities, L 067, 09/03/2002, 14–30.
- Halmschlager, E. & Kirisits, T. 2008: First record of the ash dieback pathogen *Chalara fraxinea* on *Fraxinus excelsior* in Austria. *New Disease Reports*, Volume 17. In: <http://www.bspp.org.uk/ndr/july2008/2008-25.asp> (08.04.2008).
- Hornthvedt, R., Aamlid, D., Rørå, A., Joranger, E. 1992. Monitoring programme for forest damage. An overview of the Norwegian programme. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 6: 1–17.
- Huse, K., Solheim, H. & Venn, K. 1994. Råte i gran registrert på stubber etter hogst vinteren 1992. (Summary: *Stump inventory of root and butt rots in Norway spruce cut in 1992*). Rapp. Skogforsk 23/94: 1–26.
- Hüttl, R.F. 1991. Die Blattanalyse als Monitoring-Instrument im Waldökosystem. In: *Proceedings from IUFRO and ICP-Forests Workshop on monitoring*, Prachatice, CSFR. 139–147.
- Kowalski, T. 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology* 36: 264–270.
- Lange, H., Solberg, S., & Clarke, N. 2006. Aluminum dynamics in forest soil waters in Norway. *Science of the Total Environment* 367: 942–957.
- Krokene, P. 2007. Angrep av rød furubarveps. Fagartikkel, Skog og landskap. http://www.skogoglandskap.no/fagartikler/2007/rod_furubarveps.
- Larssen, T. & Høgåsen, T. 2003. Tålegrenser og overskridelser av tålegrenser i Norge. *Naturens tålegrenser*. Fagrapport nr 116. NIVA rapport LNR 4722–2003, 1–24.
- OPS 1989 Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 1988. Norsk Institutt for Skogforskning. Ås, Norway. 52 pp.
- Schmid-Haas, P. 2002. Zur Waldinventur gehört die Überwachung der Vitalität. *Schweiz. Z. Forstwes.* 153(2): 68–75.
- Schumacher J, Wulf A, Leonhard S, 2007. Erster Nachweis von *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. in Deutschland – ein Verursacher neuartiger Schäden an Eschen [First record of *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. in Germany – a new agent of ash decline]. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 59, 121–123.
- SFT (2009). Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 2008. Aas, W., Solberg, S., Manø, S. og Yttri, K.E. SFT rapport 1033/2008. NILU OR 29/2009.
- Solberg, S. 1999. Forest health monitoring: Evaluation of methods, trends and causes based on a Norwegian nationwide set of monitoring plots. Dr.agric thesis. Norsk institutt for skogforskning. Ås. 33 s. Annexes.
- Solberg, S. 2004. Summer drought, – a driver for crown condition and mortality of Norway spruce in Norway. *Forest Pathology* 34: 93–104.
- Solberg, S. & Dalen, L.S. (red.) 2007. Effekter av klimaendring på skogens helsetilstand, og aktuelle overvåkingsmetoder. Viten fra Skog og landskap 3/07: 42 s.
- Solberg, S., Andreassen, K., Clarke, N., Lange, H. 2009. Monitoring effects of air pollution and climatic stress on Norwegian forests. Longterm ecosystem research: Understanding the present to shape the future. LWF-conference report Zürich, Switzerland.
- Solberg, S., Kvindesland, S., Aamlid, D. & Venn, K. 2002. Crown condition and needle chemistry of Norway spruce in relation to critical loads of acidity in South-East Norway. *Water, Air, and Soil Pollution*. 140: 157–171.
- Solberg, S. & Tørseth, K. 1997. Crown condition of Norway spruce in relation to S and N deposition and soil properties in Southeast Norway. *Environmental Pollution* 96/1: 19–27.
- Solheim, H. 2001. Mye brun furu i Sørøst-Norge i år. In: Woxholtt, S. (ed). *Kontaktkonferansen mellom skogbruket og skogforskningen i Telemark og Aust-Agder*. Drangedal 19. – 21. september 2001. Aktuelt fra Skogforskningen 6/01: 9–11.
- Solheim, H. 2002. Vil klimaendring gi mer soppskader. Aktuelt fra skogforskningen 3/02: 4–7.
- Solheim, H. & Skrøppa, T. 2005. Store angrep av granrust på Østlandet. *Skogeieren* 92 (5): 16–17.
- Stefan, K. A. Fürst, R. Hacker and U. Bartels, 1997. *Forest Foliar Condition in Europe. Results of large-scale foliar chemistry surveys (survey 1995 and data from previous years)*. EC-UN/ECE, 1997, Brussels, Geneva, 207 pp.
- Thomsen I.M., Skovsgaard J.P., Barklund P, Vasaitis R, 2007. Svampesygdom er årsag til toptørre i ask [A fungal disease is the cause of dieback of ash]. *Skoven* 05/2007, 234–236.
- Timmermann, V., Hysen, G. & Larsson, J.Y. 2009. Helse-tilstanden i norske skoger. Resultater fra landsrepresentativ overvåking 2008. *The condition of Norwegian forests. Results from national surveillance 2008*. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 14/09. 50 s

- UNECE/EC (United Nations Economic Commission for Europe – European Commission) 2000. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe, 2000 Technical Report. EC, UN/ECE 2000, Brussels, Geneva. ISSN 1020–6078. 191 pp.
- UNECE/EC (United Nations Economic Commission for Europe – European Commission) 2008a. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests Programme Coordinating Centres/UN ECE, ICP Forests. Hamburg/Geneve. Part I-XI. <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>
- UNECE/EC (United Nations Economic Commission for Europe – European Commission) 2008b. Forest Condition in Europe 2008 Technical Report of ICP Forests, Work report of the Institute for World Forestry 2008 / 1, Hamburg. ISSN 1020–3729. 98 pp. + annekser.
- Venn, K., Aamlid, D., Sletnes, A.I. & Joranger, E. 1993. Skogskadesituasjonen i Norge. Status 1992. Rapp. Skogforsk 18/93: 1–46.
- Venn, K., Aamlid, D., Sletnes, A.I. & Tørseth, T. 1995. Skogskadesituasjonen i Norge. Status 1994. Rapp. Skogforsk 23/95: 1–19.
- Aamlid, D., Solheim, H. & Venn, K. 1991. Skogskader. Veiledning i overvåking av skogskader. Norsk institutt for skogforskning, Ås. 53 s.
- Aas, W., Solberg, S., Manø, S. and Yttri K.E. 2009. Overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 2006. Kjeller, Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 22/2009, SFT Rapport 1051/2009. 187s.

Forfatterinstruks for Forskning fra Skog og landskap

- Manus skrives i Word 12 punkt skrift med 1 ½ linjeavstand, ren tekst; uten bruk av stiltyper i word.
 - » Forord
 - » Sammendrag
 - » Innledning
 - » Materiale og metode
 - » Resultat
 - » Konklusjon/diskusjon
 - » Litteratur
- Titler skal identifiseres ved hjelp av nummerering; 1., 1.1., 1.2., 2., 2.1., osv.
- Avsnitt markeres med dobbel linjeavstand.
- Latinske navn skal skrives i kursiv.
- Som desimalskille i tall skal det brukes komma på norsk og punktum på engelsk.
- Alle tabeller og talloppsett som skrives i Word, skal være med tabellfunksjonen (ikke bruk tabulator), og plasseres i teksten der det skal stå.
- Alle tabeller, figurer og bilder som er laget i andre programmer enn Word, skal vedlegges i sitt originale filformat. Velg gode størrelser i fontene så figurene beholder sin lesbarhet når de skaleres/nedfotograferes.
- Merk i manuset hvor tabeller/bilder/figurer i annet format enn Word skal inn. Skriv også inn tabell/bilde/figuratekst her.
- Strektykkelsen i figurer og grafer må ikke være mindre enn 0,11 mm, det vil si ¾ punkt.
- Tenk lesbarhet i grafer. Farger ser fint ut på skjermen, men er vanskelig lesbart i svart/hvit gjengivelse.
- Redaktøren tar standpunkt til om manuskriptet er kvalifisert for utgivelse i serien.

NORSK INSTITUTT FOR
SKOG OG LANDSKAP

adr.: Pb 115
NO-1431 Ås

tlf.: +47 64 94 80 00

faks: +47 64 94 80 01

nett: www.skogoglandskap.no

REGIONKONTOR
NORD-NORGE

adr.: Skogbrukets hus
NO-9325 Bardufoss

REGIONKONTOR
MIDT-NORGE

adr.: Statens hus
NO-7734 Steinkjer

REGIONKONTOR
VEST-NORGE

adr.: Fanaflaten 4
NO-5244 Fana

NORSK
GENRESSURSSENTER

adr.: Pb 115
NO-1431 Ås

